

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN
PROSES UHDE
KAPASITAS 165.000 TON PER TAHUN**



Disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I pada
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik

Oleh :

ENDAH BEKTI UTAMI

D 500 120 041

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2017**

HALAMAN PERSETUJUAN

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN
PROSES UHDE
KAPASITAS 165.000 TON PER TAHUN**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:

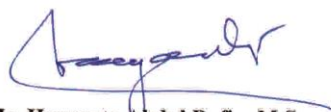
ENDAH BEKTI UTAMI

D 500 120 041

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen

Pembimbing



Ir. Haryanto Abdul Rofiq, M.S.

NIP. 196307051990031002

HALAMAN PENGESAHAN

**PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN PROSES
UHDE KAPASITAS 165.000 TON/TAHUN**

Oleh:

ENDAH BEKTI UTAMI

D 500 120 041

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Fakultas Teknik

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis, 15 Juni 2017

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. Ir. H. A. M. Fuadi, M.T., Ph.D
(Ketua Dewan Penguji)
2. Ir. Herry Purnama, M.T., Ph.D
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Haryanto Abdul Rofiq, M.S.
(Anggota II Dewan Penguji)

(.....)
(.....)
(.....)

Dekan,



Ir. H. Sri Sunarjono, M.T., Ph.D.

NIK. 682

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka. Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya

Surakarta, 20 Juli 2017

Penulis



ENDAH BEKTI UTAMI

D 500 120 041

PRARANCANGAN PABRIK AMONIUM NITRAT DENGAN PROSES UHDE KAPASITAS 165.000 TON PER TAHUN

ABSTRAK

Prarancangan pabrik amonium nitrat dengan proses UHDE kapasitas 165.000 ton/tahun ini bertujuan untuk memenuhi kebutuhan ammonium nitrat di Indonesia. Amonia dan asam nitrat di reaksi dalam reaktor *bubble*, menggunakan proses uhde dengan alasan proses ini merupakan alternatif yang sangat populer karena mempunyai biaya investasi yang paling rendah. Perbandingan mol asam nitrat dan amonia adalah 1:1,01. Reaksi berlangsung pada kondisi suhu 140°C dengan tekanan 3 atm, yang bersifat eksotermis. Kemudian produk akan dipekatkan dengan cara menguapkan air menggunakan evaporator jenis *Long Tube Vertical*. Kebutuhan utilitas dalam tiap tahunnya berupa kebutuhan air pendingin sebanyak 29.587,76 kg/jam, penyedia steam sebanyak 2.427,06 kg/jam. Listrik sebanyak 196,27 kW dan udara tekan sebanyak 634,70 m³/jam. Pabrik direncanakan beroperasi selama 330 hari. Analisis ekonomi menunjukkan besarnya modal tetap sebesar Rp 451.154.629.304,27 dan modal kerja sebesar Rp 245.648.679.757,02. Sedangkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp 115.039.968.977,31 dan keuntungan setelah pajak sebesar Rp 80.527.978.284,12. *Percent Return on Investment (ROI)* sebelum pajak sebesar 25,50% dan sesudah pajak 17,85%. *Pay Out Time (POT)* sebelum pajak 2,82 tahun dan sesudah pajak 3,59 tahun. *Break Event Point (BEP)* sebesar 55,2% dan *Shut Down Point (SDP)* sebesar 34,39%. Dari data analisis kelayakan dapat disimpulkan bahwa pabrik ini menguntungkan dan layak untuk didirikan.

Katakunci: Amonia, Asam nitrat, Amonium nitrat, Reaktor gelembung

ABSTRACT

The design of ammonium nitrate plant with UHDE process capacity of 165.000 ton/year aims to meet the needs of ammonium nitrate in Indonesia. Ammonia and nitric acid are reacted in a bubble reactor, using the uhde process on the grounds that this process is a very popular alternative because it has the lowest investment cost. The mole ratio of nitric acid and ammonia is 1: 1.01. The reaction takes place at a temperature of 140°C with a pressure of 3 atm, which is exothermic. Then the product will be concentrated by evaporating water using evaporator type Long Tube Vertical. Utility needs in each year in the form of cooling water needs of 29,587.76 kg / hour, steam provider of 2,427.06 kg / hour. Electricity as much as 196.27 kW and compressed air as much as 634.70 m³ / hour. The plant is planned to operate for 330 days. Economic analysis shows the amount of fixed capital of Rp 451.154.629.304,27 and working capital of Rp 245,648,679,757,02. While profit before tax of Rp 115,039,968,977.31 and profit after tax of Rp 80,527,978,284,12. Percent Return on Investment (ROI) before tax

of 25.50% and after tax of 17.85%. Pay Out Time (POT) before tax 2.82 years and after tax of 3.59 years. Break Event Point (BEP) of 55.2% and Shut Down Point (SDP) of 34.39%. From the feasibility analysis data can be concluded that this factory is profitable and feasible to be established.

Keywords: Ammonia, Nitric Acid, Ammonium Nitrate, Bubble Reactor

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring dengan kemajuan zaman, pengembangan di segala bidang haruslah semakin diperhatikan, salah satu cara agar taraf hidup bangsa dapat ditingkatkan adalah dengan pembangunan industri. Industri kimia merupakan salah satu industri vital dan strategis. Untuk itu hampir di setiap negara di dunia, tak terkecuali Indonesia banyak memberikan perhatian pada pengembangan industri kimia. Mengingat industri ini banyak mempunyai keterkaitan dengan pengembangan industri lainnya.

Pengembangan industri kimia di Indonesia mulai dikembangkan terbukti dengan banyaknya Industri kimia yang berdiri serta dibukanya kesempatan untuk penanaman modal asing. Baik itu industri kimia yang merupakan industri hulu, yaitu memproduksi produk yang merupakan bahan baku bagi industri lain. Maupun industri hilir, yaitu pemakai produk industri hulu. Salah satu industri hilir yang perlu didirikan di Indonesia adalah pabrik Amonium Nitrat, yaitu pabrik yang menghasilkan produk yang berupa bahan baku untuk pembuatan pupuk dan bahan peledak. Pabrik ini cukup diperlukan di Indonesia sebagai negara yang devisa utamanya diperoleh dari pertambangan dan merupakan negara agraris.

1.2 Kapasitas Pabrik

Dalam menentukan kapasitas perancangan pabrik amonium nitrat ada beberapa pertimbangan diantaranya berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik (BPS) dan literature pabrik yang telah ada baik dalam negeri maupun luar negeri.

Tabel 1. Data Impor Amonium Nitrat

Tahun	Impor (kg)
2009	362.967.630
2010	416.138.220
2011	518.763.460
2012	371.965.384
2013	276.769.365
2014	149.639.732

Tabel 2. Pabrik yang memproduksi amonium nitrat

No	Nama Pabrik	Lokasi	Kapasitas
1	Qingdao Chemstar Co., Ltd ¹	China	800.000 ton/tahun
2	Jintan Li Sheng Commerce Co., Ltd ¹	China	60.000 ton/tahun
3	PT Multi Nitrotama Kimia	Indonesia	137.000 ton/tahun
4	PT Kaltim Nitrate Indonesia	Indonesia	300.000 ton/tahun

1.3 Penentuan Lokasi Pabrik

Letak geografis suatu pabrik mempunyai pengaruh besar terhadap keberhasilan perusahaan. Terutama pada aspek ekonomi dan untuk pengembangan di masa yang akan datang. Setelah mempelajari dan menimbang beberapa faktor yang mempengaruhi pemilihan lokasi pabrik, maka ditetapkan lokasi pabrik amonium nitrat tersebut di Kawasan Industri Cikampek.

1.4 Kegunaan Produk

Secara komersil amonium nitrat digunakan pada berbagai macam industri, di antaranya:

- a. Sebagai bahan peledak.

Amonium nitrat menjadi campuran yang mudah meledak ketika dikombinasikan dengan senyawa hidrokarbon, khususnya bahan bakar

diesel, atau terkadang minyak tanah. Campuran amonium nitrat dan fuel oil (*Amonium Nitrat Fuel Oil, ANFO*) digunakan baik untuk pertambangan maupun militer.

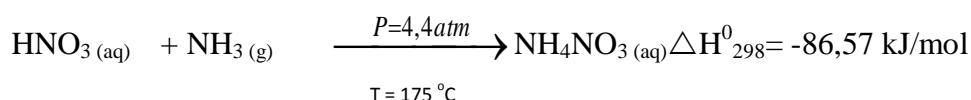
- b. Bahan baku pupuk nitrogen.

Bahan baku pembuatan pupuk baik yang langsung digunakan atau yang dicampur dengan bahan lain (kandungan nitrogen sekitar 35 %).

2. METODE

2.1 Dasar Reaksi

Pembentukan amonium nitrat merupakan reaksi heterogen fasa gas cair tanpa katalis didasarkan pada konsep reaksi netralisasi yaitu asam dan basa, dalam hal ini yang terjadi adalah reaksi antara asam kuat dan basa lemah.



Proses netralisasi dijalankan pada suhu 140 °C dan tekanan 3 atm dengan perbandingan umpan 1 : 1,01 (Faith et al., 1975).

2.2 Tinjauan Termodinamika

Untuk menentukan jenis reaksi, maka harus menentukan nilai K.

Properti (298 K)	NH ₃	HNO ₃	NH ₄ NO ₃
ΔG ₂₉₈ (kJ/ mol)	-16,4	-111,34	-190,71

$$\begin{aligned} \Delta G_{298} &= \Delta G_{f, 298} \text{NH}_4\text{NO}_3 - \Delta G_{f, 298} \text{HNO}_3 - \Delta G_{f, 298} \text{NH}_3 \\ &= -62,97 \text{ kJ/mol} \end{aligned}$$

$$\Delta G_{298} = -RT \ln K_1$$

$$\Delta G_{298} = - (0,008314) \times 298,15 \times \ln K_1$$

$$K_1 = 1,077 \times 10^{11}$$

$$\ln \frac{K_2}{K_1} = \frac{-\Delta H}{R} \times \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right)$$

Maka diperoleh,

$$K_2 = 645 \times 10^3$$

Reaksi pembentukan amonium nitrat mempunyai harga konstanta kesetimbangan reaksi yang sangat besar ($K \gg 1$) pada suhu 140°C. Dengan demikian reaksi pembentukan Amonium Nitrat berlangsung searah (*irreversible*).

2.3 Langkah Proses

a. Tahap persiapan bahan baku

- Pengumpanan amonia

Amonia anhydrous yang berwujud cair jenuh dengan kemurnian 99,5% berat disimpan pada kondisi suhu 33°C dan tekanan 12 atm dialirkan ke *expander* untuk diturunkan tekanannya menjadi 3 atm dan suhu 25°C. Kemudian amonia dilewatkan pada *heat exchanger* untuk menaikkan suhu hingga 140°C untuk dan diumpankan ke reaktor.

- Pengumpanan asam nitrat

Asam nitrat yang berwujud cair dengan kemurnian 63% berat disimpan pada kondisi 33°C dan tekanan 1 atm. Dari tangki penyimpanan, larutan asam nitrat tersebut dialirkan ke *compressor* hingga tekanannya naik menjadi 3 atm, kemudian menuju *heat exchanger* untuk dinaikkan suhunya dari 33°C menjadi 140°C lalu diumpankan ke reaktor.

b. Tahap pembentukan produk

Amonia dari *heat exchanger* (E-111) pada kondisi suhu 140°C dan tekanan 3 atm didistribusikan dari bagian bawah reaktor melalui *perforated plate* sehingga terbentuk gelembung – gelembung gas amonia. Sedangkan asam nitrat 60% dari *heat exchanger* (E-112) pada kondisi suhu 140°C dan tekanan 3 atm dimasukkan ke dalam reaktor melalui bagian atas reaktor.

Reaktan tersebut direaksikan pada reaktor (R-101) tipe *Bubble Column Reaktor* yang beroperasi pada kondisi suhu 140°C dan tekanan 3 atm, yang dilengkapi koil pendingin. Reaksi tersebut berlangsung secara eksotermis. Pendingin air dimaksudkan untuk mempertahankan kondisi operasi di reaktor.

Jumlah air yang dibutuhkan sebagai pendingin reaktor pada jaket pendingin sebesar 26.057,345 kg/jam.

Produk keluaran dari bawah reaktor berupa lelehan amonium nitrat dengan konsentrasi 83% dengan suhu 140°C dan tekanan 3 atm. Dalam hal ini asam nitrat habis bereaksi sedangkan sisa amonia dan uap air dengan suhu 140°C dan tekanan 3 atm dikeluarkan pada bagian atas reaktor.

c. Tahap pemurnian produk

Produk keluar dari reaktor pada kondisi suhu 140°C dan tekanan 3 atm terpisah menjadi dua produk, yaitu sisa reaktan yang berupa uap amonia dan uap air akan naik ke atas sedangkan produk lelehan Amonium Nitrat keluar melalui bagian bawah reaktor. Produk lelehan amonium nitrat yang keluar dari bagian bawah dipompa menuju *Double Effect Evaporator* tipe *Long Tube Vertical-Falling Film Evaporator* (EV-01) kemudian sisa asam nitrat dan air akan diuapkan melalui bagian atas evaporator. Kemudian produk amonium nitrat keluaran evaporator disimpan di dalam tangki lalu dialirkan ke truck sampai akhirnya siap untuk dipasarkan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 SPESIFIKASI ALAT UTAMA PROSES

a. Reaktor

Kode	: R-101
Fungsi	: Mereaksikan amonia dengan asam nitrat menghasilkan amonium nitrat
Tipe	: <i>Bubble reactor</i>
Jumlah	: 1 buah
Suhu	: 140°C
Tekanan	: 3 atm
Material	: <i>Stainless steel SA-304 grade C</i>
Tebal shell	: 1/5 in
Tebal head	: 1/5 in
Tinggi total reaktor	: 5,83 m

Diameter reaktor : 3,8 m
Tinggi koil : 3,21 m

b. Evaporator

Kode : V-101
Fungsi : Memekatkan larutan hasil dengan menguapkan air yang terdapat dalam larutan
Tipe : Long Tube Vertical tipe Falling Film Evaporator
Material : *Stainless steel SA-304 grade C*
Jumlah : 1 buah
Jumlah tube : 12 buah
Diameter : 0,47 m
Tinggi total : 6,26 m

3.2 UNIT PENDUKUNG DAN PROSES LABORATORIUM

Unit pendukung proses atau unit utilitas merupakan sarana yang penting untuk kelancaran suatu proses dalam suatu pabrik. Unit pendukung proses pabrik amonium nitrat meliputi penyediaan air yang diperoleh dari air sungai sebanyak 42.612,677 kg/jam, kebutuhan dowertherm A sebanyak 35.505,311 kg/jam, dan kebutuhan listrik diperoleh dari PLN dan 1 buah *generator set* sebanyak 195 KW sebagai cadangan, serta untuk kebutuhan bahan bakar 869,163 kg/jam.

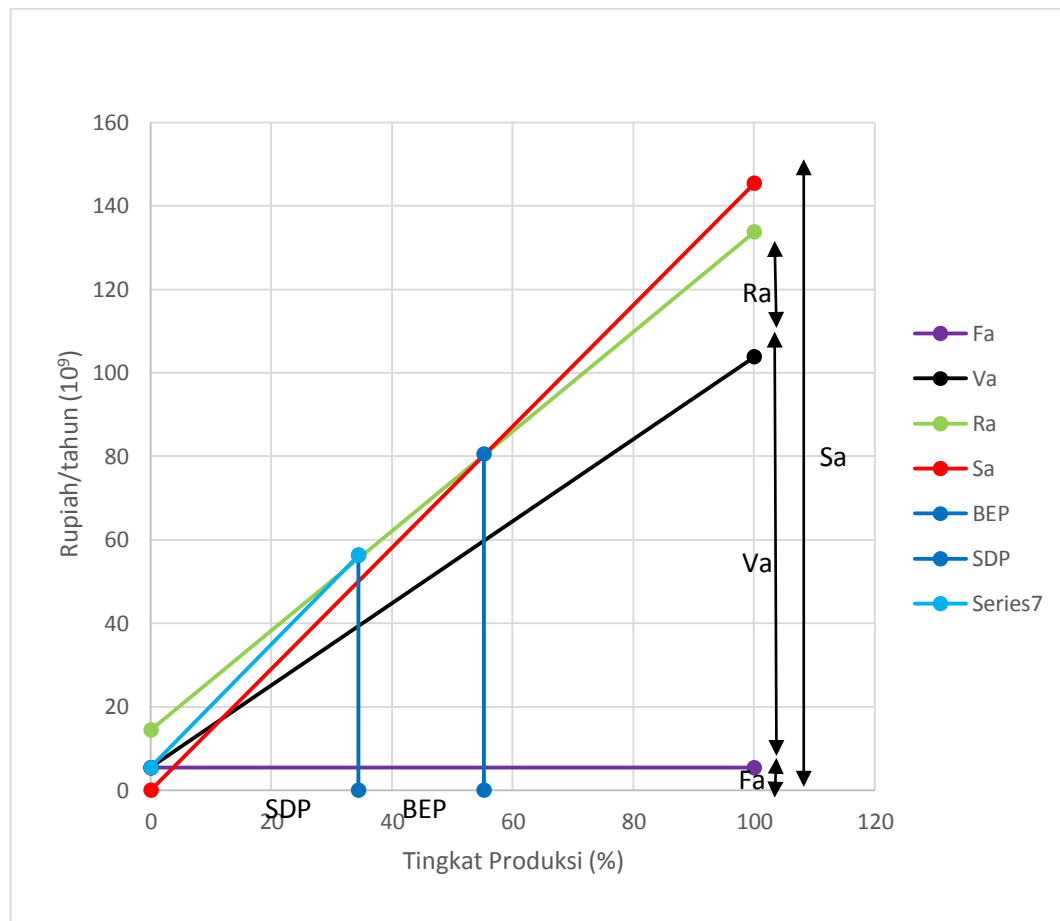
3.3 MANAJEMEN PERUSAHAAN

Pabrik amonium nitrat dengan proses UHDE akan didirikan dengan bentuk Perseroan Terbatas (PT) dengan kapasitas produksi 165.000 ton/tahun yang akan didirikan di kawasan industri Cikampek, Jawa Barat. Pabrik akan memiliki jumlah karyawan sebanyak 156 karyawan.

3.4 ANALISIS EKONOMI

Analisis ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik amonium nitrat. Modal tetap pabrik ini sebesar Rp. 451.154.629.304,27 dan modal kerja sebesar Rp. 245.648.679.757,02. Dari analisis ekonomi menunjukkan keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 115.039.968.977,31 dan sesudah pajak sebesar Rp. 34.511.990.693,19. *Percent Return on Investment (ROI)* sebelum

pajak sebesar 25,50% dan sesudah pajak 17,85%. *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,59 tahun dan sesudah pajak 2,82 tahun. *Break Event Point* (BEP) sebesar 55,2% dan *Shut Down Point* (SDP) sebesar 34,39%. *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 34,20%.



Gambar 1. Grafik Analisa Kelayakan Pabrik Amonium Nitrat

Keterangan: Fa : Fixed expense Ra : Regulated expense
 Sa : Sales Va : Variable expense

4. PENUTUP

Analisa ekonomi bertujuan untuk mengetahui kelayakan pendirian pabrik amonium nitrat. Pabrik amonium nitrat dengan proses UHDE digolongkan pabrik beresiko tinggi karena bahan baku dan produk merupakan bahan yang mudah meledak. Berdasarkan hasil analisa ekonomi pabrik amonium nitrat kapasitas 165.000 ton/tahun yaitu sebagai berikut:

- 1) Keuntungan sebelum pajak sebesar Rp. 115.039.968.977,31 dan sesudah pajak Rp. 34.511.990.693,19
- 2) *Percent Return on Investment* (ROI) sebelum pajak sebesar 25,50% dan sesudah pajak 17,85%. ROI untuk pabrik beresiko rendah minimal 11% (Aries and Newton, 1955)
- 3) *Pay Out Time* (POT) sebelum pajak 3,59 tahun dan sesudah pajak 2,82 tahun. POT pabrik sebelum pajak maksimal 5 tahun (Aries and Newton, 1955)
- 4) *Break Event Point* (BEP) sebesar 55,2% dan Shut Down Point (SDP) sebesar 34,39%. BEP yang wajar untuk suatu pabrik kimia berkisar 40-60%.
- 5) *Internal Rate of Return* (IRR) sebesar 34,20% sedangkan suku bunga pinjaman di bank sekitar 10% per tahun.

Berdasarkan hasil perhitungan tersebut maka pabrik amonium nitrat dengan kapasitas 165.000 ton/tahun layak didirikan di daerah industri Cikampek, Jawa Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Aries, R.S., and Newton, R.R., 1955, *Chemical Engineering Cost Estimation*, McGraw Hill Book Co. Inc., New York.
- Austin, G.T., 1987, *Shreve's Chemical Processes Industries*, 5th ed, McGraw Hill Book Company, New York.
- Badan Pusat Statistik, 2015, "Data Ekspor dan Impor Amonium Nitrat", Indonesia.
- Brown, G.G., 1978, *Unit Operation*, Modern Asia Edition, Charles Tuttle Co., Tokyo.

- Brownell, L.E., and Young, E.H., 1985, *Process Equipment Design*, Wiley Eastern Limited, New Delhi.
- Coulson, J.M. and Richardson, J.F., 1985, "An Introduction to Chemical Engineering Design", Chemical Engineering vol.6, Pergamon Press, Oxford.
- Encyclopedia, 2014, "The Merck Index", Coating Agent..
- Geankopolis, C. J., 1993, "Transport Processes and Unit Operation", 3rded, Prentice Hall International Inc, New Jersey.
- Gilbert, F. Froment., 2011, *Chemical Reactor Analysis and Design*, 3rd Edition, John Wiley & Sons, Inc, Amerika Serikat.
- Kementrian Perdagangan, 2014, "Data Produksi Pabrik Amonium Nitrat di Indonesia", Jakarta, Indonesia.
- Kementrian Lingkungan Hidup, 2014, Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, bakumutu air limbah B3, Jakarta, Indonesia.
- Kent, James, A., 1984, "Riegel's Handbook of Industrial Chemistry", 7th ed, Van Nostrand Rheinhold Company, Dallas.
- Kern, D.Q., 1965, *Process Heat Transfer*, International Student Edition, McGraw-Hill Book Company, Tokyo.
- Kirk, R.E and Othmer, D.K., 1978, *Encyclopedia of Chemical Technology*, 3rd ed, vol 1, John Wiley and Sons, New York.
- KNI, 2015, www.kni.co.id, diakses pada 10 Oktober 2015, pukul 08.00.
- Levenspiel, O., 1984, *Chemical Reaction Engineering* 2nd ed, John Wiley and Sons, New York.
- Linsley, R.K., 1974, "Applied Hydrology", 4th edition, Mc. Graw Hill Book Co., New York.
- Ludwig, E.E., 1965, "Applied Process Design for Chemical and Petrochemical Plant", Vol. 2, Gulf Publishing Co., Houston.
- Lumisum, 2015, www.lumisum.com.au, diakses pada tanggal 20 oktober 2015 pukul 14.00.
- Matches, 2015, www.matche.com, diakses pada tanggal 5 Januari 2015 pukul 15.00.
- McCabe, W.L., Smith, J.C. and Harriot, P., 1985, "Unit Operation of Chemical Engineering", 4th edition McGraw Hill Book Co., Singapore.
- McKetta, J.J., & W. Cunningham, 1984, *Encyclopedia of Chemical Processing and Design*, Vol. 21, Marcell Dekker, New York.
- Missen, R.W., Mims.C.A., & Saville, B. A., 1999, "Introduction to Chemical Reaction Engineering and Kinetics", John Wiley and Sons Inc, USA.
- MNK, 2015, www.mnk.co.id diakses pada tanggal 12 Oktober 2015 pukul 18.00.
- Moran, S., 2015, "An applied Guide to Process and Plant Design", Elsevier Inc, USA.
- Perry, R.H., and Green, D.W., 1984, *Chemical Engineer's Handbook*, 6th edition, McGraw Hill Book Company, New York.
- Peters, M.S. & Timmerhaus, K.D., 1991, *Plant and Design Economic for Chemical Engineers*, 4th edition, McGraw Hill Book Company, Tokyo.
- PKT, 2015, www.pupukkaltim.co.id, diakses pada 10 Oktober 2015 pukul 10.00.

- Qingdao TwellSansino Co., Ltd, www.qingdaotwell.indonetwork.co.id, diakses 12 Oktober 2015 pukul 10.00.
- Smith, J.M., Van Ness, H.C., and Abbot, M.M., 2001, *Introduction to Chemical Engineering Thermodynamic*, 6th ed, McGraw Hill Book Co., Singapore.
- Treyball, R.E., 1981, *Mass Transfer Operation*, 3rd edition, McGraw Hill Book Co., New York.
- Ulmann's, 1985, *Encyclopedia of Industrial Chemistry*, Germany
- Ulrich, G.D., 1984, *A Guide to Chemical Engineering Process Design and Economic*, John Wiley and Sons Inc., New York.
- Yaws, C. L., 1999, *Thermodynamic and Physical Properties Data*, McGraw Hill Co., Singapore.